

УЛАВЛИВАНИЕ ПАРОВ МУРАВЬИНОЙ КИСЛОТЫ

Красавин П.В., студ., Тимонов И.А., доц. Гречаников А.В., доц.

Витебский государственный технологический университет,

г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрены вопросы улавливания паров муравьиной кислоты в процессе получения химических волокон методом электроформования. Был рассчитан и спроектирован опытный образец адсорбера с активированным углём. Использование установки позволяет улавливать до 99 % паров муравьиной кислоты, что будет способствовать улучшению условий труда на участках электроформования, экологической обстановки и позволяет экономить исходное сырьё.

Ключевые слова: муравьиная кислота, метод электроформования, получение химических волокон, адсорбция, улавливание паров.

В различных отраслях промышленности достаточно широко используются органические растворители, рекуперация которых имеет как экономическое, так и экологическое значение. Процессы очистки и обезвреживания технологических и вентиляционных выбросов от газо- и парообразных примесей весьма разнообразны и зависят от большого количества факторов: химический состав примеси, их концентрация, загрязненность, температура и пр.

Среди известных промышленных методов получения химических волокон и волокнистых структур на их основе, процесс электроформования (ЭФВ) занимает особое место, отличаясь высокой энергетической эффективностью, аппаратурной простотой и разнообразием продукции [1]. Для осуществления ЭФВ-процесса используются органические растворители, такие как уксусная и муравьиная кислота. Последняя используется в текстильном производстве при изготовлении протрав и крашении шерстяной и хлопчатобумажной пряжи из кислой ванны. При этом ее часто заменяют применяющуюся ранее уксусную кислоту и отчасти серную кислоту, перед которой муравьиная кислота имеет преимущество в том, что совершенно не действует на пряжу.

Муравьиная кислота (метановая кислота) НСООН-представитель в ряду насыщенных одноосновных карбоновых кислот [2]. При нормальных условиях представляет собой бесцветную жидкость. Растворима в ацетоне, бензоле, глицерине, толуоле. Смешивается с водой, диэтиловым эфиром, этанолом. Опасность муравьиной кислоты зависит от концентрации. При концентрации до 10 % обладает раздражающим эффектом, больше 10% - разъедающим. При контакте с кожей 100 % - яичная муравьиная кислота вызывает сильные химические ожоги, легко проникает через жировой слой кожи. Контакт с концентрированными парами муравьиной кислоты может привести к повреждению глаз и дыхательных путей. Муравьиную кислоту используют как консервирующий и антибактериальный агент при заготовлении корма, она зарегистрирована в качестве пищевой добавки под обозначением Е236, используется в медицине, фармацевтической промышленности, косметологии и, как было указано ранее, в текстильном производстве. Для удаления паров муравьиной кислоты, выделяющейся в окружающее пространство при отверждении струи в ЭФВ – процессе, и обеспечения безопасных условий работы все оборудование установки размещается в непрерывно вентилируемой и электрически изолированной камере, а обслуживание всего оборудования производится с изолированного помоста.

Для рекуперации паров летучих растворителей наибольшее распространение получили методы адсорбции с установками со стационарным слоем адсорбента [3]. Улавливание паров органических растворителей возможно любыми мелкопористыми адсорбентами, но активированные угли, являющиеся гидрофобными адсорбентами, наиболее предпочтительны для решения этой задачи. Лучше при небольших расходах подлежащих очистке паровоздушных (парогазовых) смесей использовать вертикального типа адсорбера.

Рекуперационная установка с адсорберами периодического действия со стационарным слоем адсорбента (рисунок 1) работает по трем технологическим циклам: 4-х, 3-х и 2-ух фазному. 4-х фазный цикл включает последовательно фазы адсорбции, десорбции, сушки и

охлаждения. При десорбции из насыщенного адсорбента острый паром удаляют адсорбированный растворитель. При сушке нагретым воздухом из адсорбента выделяют влагу, накопившуюся в нем в фазе десорбции при конденсации части острого пара. Нагретый и обезвоженный поглотитель (адсорбент) охлаждают атмосферным воздухом. 3-х и 2-ух фазные циклы исключают последние фазы, например, процесс охлаждения. При небольших расходах органического растворителя может исключаться и фаза сушки. Более того может не проводится десорбция, а насыщенный адсорбент выгружается из адсорбера и поступает на свалку или сжигается. С целью гарантирования непрерывности процесса установка включает как минимум 2-а адсорбера, в которых последовательно проходят все стадии процесса. После того как закончена основная рабочая стадия процесса (адсорбция) и уголь насыщен углеводородами, адсорбер переключается на десорбцию. Второй адсорбер в это время работает как основной, в котором осуществляется адсорбция.

В основе проектирования и инженерно-технического расчета адсорбционной установки лежит выбор адсорбента и его адсорбционной способности по извлекаемому компоненту [3]. Адсорбционная способность, или масса вещества, поглощенная единицей массы адсорбента зависит от многих факторов: концентрации адсорбируемого вещества, его физических и химических свойств, температурных условий, присутствия других примесей, свойств самого адсорбента. Многие из этих параметров определяются экспериментальным путем, что усложняет расчет, который заключается в определении необходимой массы адсорбента и конструктивных характеристик адсорбера (диаметра адсорбера и высоты слоя адсорбента).

Ниже приведен ориентировочный расчет адсорбера для улавливания паров муравьиной кислоты [4].

Исходные данные для расчета:

– объемный расход очищаемого газа, $Q, \text{ м}^3/\text{ч}$

$$Q = 3600 \cdot \omega \cdot F = 3600 \cdot 0,0177 \cdot 0,5 = 40 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где ω – скорость паровоздушной смеси, принимаем $0,5 \text{ м}/\text{с}$;

F – площадь поперечного сечения воздуховода, $F = 0,0177 \text{ м}^2$

Минимальная необходимая масса адсорбента (активированного угля), $G, \text{ кг}$, определяется из уравнения материального баланса по улавливаемому компоненту:

$$G = \frac{Q \cdot C_0 \cdot \tau}{a_1 - a_2} = \frac{40 \cdot 0,015 \cdot 2}{0,15 - 0,001} = 8 \text{ кг},$$

где $C_0 = 0,015 \text{ кг}/\text{м}^3$ – начальная концентрация паров муравьиной кислоты;

$\tau = 2 \text{ ч}$ – время процесса адсорбции, равная продолжительности десорбции, сушки и охлаждения адсорбента;

$a_1 = 15 \%$ (масс) – динамическая активность угля по муравьиной кислоте;

$a_2 = 0,1 \%$ (масс) – остаточная активность после десорбции.

При заданной скорости паровоздушной смеси и расходе диаметр адсорбера, D_a , определяется по выражению:

$$D_a = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 3600 \cdot \omega \cdot \Pi_h}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 40}{3,14 \cdot 3600 \cdot 0,5 \cdot 0,375}} = 0,28 \text{ м},$$

где $\Pi_h = (\rho_k - \rho_h)/\rho_k$ – пористость слоя сорбента, определяется через кажущуюся $\rho_k = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$ и насыпную $\rho_h = 500 \text{ кг}/\text{м}^3$ плотности активированного угля.

Высота слоя адсорбента:

$$H = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho_h \cdot D_a^2} = \frac{4 \cdot 8}{3,14 \cdot 500 \cdot 0,28^2} = 0,26 \text{ м}$$

Используя полученные данные можно спроектировать адсорбционную установку и подобрать необходимое оборудование.

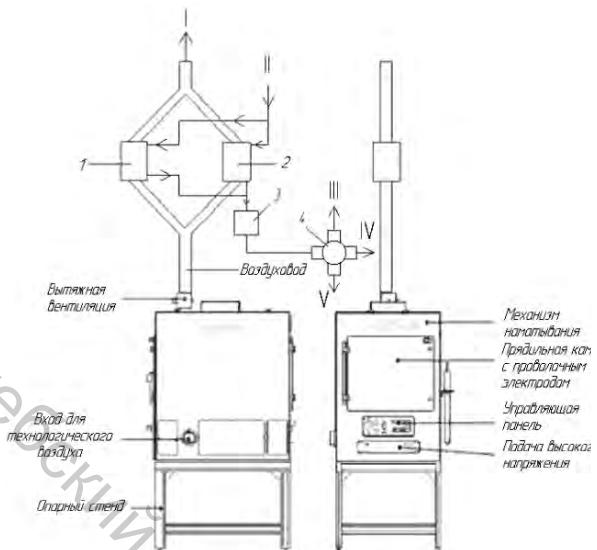


Рисунок 1 – Схема электроформующей машины с адсорбирующей газоочистной установкой: 1, 2 – адсорбера, 3 – конденсатор, 4 - сепаратор, I - очищенный газ, II - водяной пар, III - неконденсируемые пары, IV - сконденсированный адсорбтив, V - водный конденсат



Рисунок 2 – Схема адсорбера

Список использованных источников

1. Ю. Н. Филатов. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ- процесс), М, НИИТЭХИМ, 2001, 231 с.
2. Вергунова Н. Г. Муравьиная кислота // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Редкол.: И. Л. Кнуянц и др. – М.: Советская энциклопедия, 1992. – Т.3 – С. 148-149. -639 с.
3. Охрана окружающей среды: Учеб. для техн. спец. вузов/ С.В. Белов и др. Под ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр.и доп. – М. : Высш. шк., 1991.- 319 с.
4. К.Ф. Павлов. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов / под ред. чл. корр. АН СССР П.Г. Романкова.- 10-е изд., перераб.и доп. – Л.: Химия, 1987.- 576 с.

УДК 504.5:662.92/.95:662.93

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Нижников А.В.¹, маг., Савенок В.Е.², доц.

¹ Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, г. Минск,
² Витебский государственный технологический университет, г. Витебск,

Республика Беларусь

Реферат. Проведен анализ топлива из древесной биомассы, установлены и выделены факторы, влияющие на теплотворную способность топлива, и соответственно выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при его сжигании. Рассмотрены технические нормативные правовые акты, устанавливающие требования к нормативам допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, порядку их определения и установления, а также технические нормативные правовые акты, устанавливающие требования к энергетической эффективности сжигания местных видов топлива. Проведен сравнительный анализ фактических эксплуатационных